

09. DIFUSIÓN DE OXIGENO EN plomyPEX-EVAL®.

- ***Introducción***

Se realizará un estudio sobre el fenómeno de difusión de oxígeno ambiental hacia las líneas de conducción que no degrada los termoplásticos pero que ataca los componentes metálicos de los sistemas de canalización.

- ***Contexto físico-químico***

Se entiende como difusión la penetración de sustancias liquidas, gaseosas o sólidas a través de un material sólido, en el caso en estudio, los componentes termoplásticos para las líneas de conducción de agua.
Los materiales termoplásticos facilitan los efectos de difusión principalmente a través de vías (AFFOLTER 2006, KREBS 1999):

- Difusión activada: Los polímeros como componente principal de los termoplásticos están en constante movimiento dentro del material iniciado por efectos térmicos. Este movimiento continuamente deja aparecer y desaparecer orificios libres que dan espacio para la absorción de sustancias. El proceso de difusión se realiza a través de las fases :

1. Absorción
2. Difusión
3. Disolución
4. Difusión
5. Desorción

- Difusión a través de capilares. Los materiales termoplásticos contienen entre 10.000 y 15.000 capilares submicroscopicos por cm^2. Al contrario de los orificios libres estos capilares o microporos son estructuras estables y la difusión sucede como tránsito directo. En el caso que nos ocupa, este mecanismo no se da para la molécula de oxígeno porque ésta es de tamaño mayor al espacio intermolecular constituido por las moléculas de polímero (enlaces C-H) no produciéndose el paso a través de los microporos (MEVIUS 1994).

Por tanto, la difusión depende de factores como:

- Temperatura ambiental (la velocidad de difusión aumenta con la temperatura).
- La relación de tamaño entre espacios intermoleculares de los polímeros y las moléculas de la sustancia a difundir.
- La diferencia de presión parcial entre los medios dentro y fuera de la tubería.
- Influencia térmica (termo-oxidación) que resulta en un aumento de la velocidad de la difusión activada con el paso del tiempo.

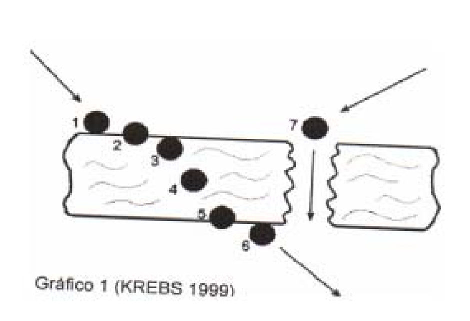


Gráfico 1 (KREBS 1999)

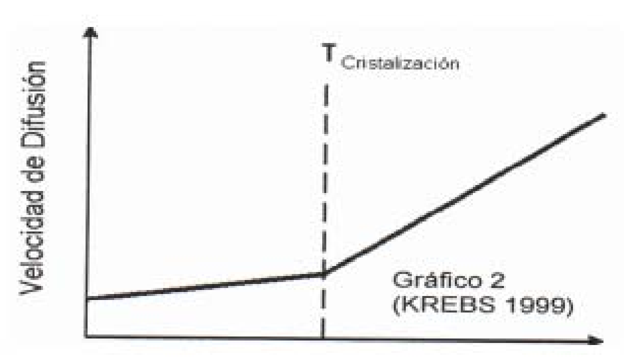


Gráfico 2 (KREBS 1999)

- ***Efecto de la migración de oxígeno en sistemas de canalización de tuberías plásticas. Normativa.***

En la ingeniería de calefacción se ha investigado durante años el efecto de difusión de oxígeno (BDH, 2004) en tunerías termoplásticos y resultante corrosión de elementos metálicos. Como conclusión y para





controlar los efectos de este fenómeno, los tubos que constituyen los sistemas de suelo radiante (PE-X) suelen incorporar una capa de alcohol etilvinílico que actúa como barrera antidifusión de oxígeno.
Existe un amplio marco normativo sobre Instalaciones de Suelo Radiante en el que se aborda este fenómeno y la necesidad de minimizarlo.

- DIN 4726 "Tubos de materia plástica para instalaciones de calefacción con agua caliente enterrados. Requisitos Generales" Establece que la cantidad de oxígeno que puede pernear en un día un metro cúbico de agua a través de la capa termoplástico debe ser igual o inferior al límite 0,1 g/(m^3día) (medido a 40ºC).

- UNE-EN 1264 "Calefacción por suelo radiante" hace referencia a la recomendación de utilizar tubos con una barrera de oxígeno exclusivamente en instalaciones de suelo radiante:

"... Para reducir los problemas de corrosión cuando se combinan tubos de plástico con materiales corrosibles en la instalación de calefacción, una posible solución sería utilizar tubos de plástico que incorporan una capa que sirve de barrera contra el oxígeno..."

No hay normativa que avale la necesidad de la capa de barrera antioxígeno en instalaciones de fontanería porque sencillamente esta no existe ya que se dan las condiciones fisico- quimicas para que el fenómeno de migración de O2 no tenga lugar.

La Norma UNE-EN ISO 15875 "Sistemas de canalización en materiales plásticos de agua caliente y fría. Polietileno reticulado PE-X" no hace mención a la existencia del problema de difusión de oxígeno a través de las paredes del tubo siendo esta la Norma de aplicación para las instalaciones de fontanería en polietileno reticulado.

- ***Instalaciones de suelo radiante.***

En las tuberías plásticas convencionales empleadas para la conducción de agua caliente en circuitos cerrados, las moléculas de oxígeno del aire penetran a través de la pared de la tubería cuando, al aumentar la temperatura, el espacio intermolecular de la tubería tiende a ser mayor que la molécula de oxígeno.

Debido a que las instalaciones de suelo radiante trabajan con agua caliente (30- 40 º C) constantemente, el espacio molecular del polímero es mayor de forma continua y el aporte de oxígeno al agua se produce de forma constante.

Por otra parte, es relevante el fenómeno de influencia térmica ya que la velocidad de difusión de oxígeno aumenta con el paso del tiempo al trabajar con un caudal de agua caliente continuamente. Al tratarse de circuitos cerrados se producen diferentes concentraciones de O_2 (aireaciones diferenciales superficiales) debido a la acumulación de aire, dando lugar a la deposición de óxidos en puntos localizados.
Así mismo, pueden producirse problemas de obturaciones derivados de esta oxidación puesto que la velocidad de circulación de agua es pequeña.

Debido a que las instalaciones de suelo radiante funcionan constantemente con un caudal de agua caliente, el espacio intermolecular en la pared del tubo es mayor al de la molécula de oxigeno de forma constante, por lo que el aporte de aire al caudal de agua es continuado.

Puesto que se trata de instalaciones enterradas, la presión parcial de oxígeno del aire en las proximidades de la tubería es muy alta por lo que se origina un gradiente de presiones entre el interior y el exterior de la tubería que favorece considerablemente el fenómeno de difusión de fuera hacia el interior del tubo.
Para evitar la existencia de estos problemas el tubo que constituye los sistemas de suelo radiante consta de una capa de alcohol-Etilvinilico que actúa como barrera antidifusión de oxígeno.

- ***Instalaciones de fontanería***

Las condiciones de instalación de sistemas de canalización de agua fría y caliente se producen de forma que las condiciones físico-químicas necesarias para que se produzca el fenómeno de migración no se dan. Éstas se describen a continuación.





Se trata de circuitos abiertos que ya están en contacto con la atmósfera ambiental. Aunque resultara relevante el fenómeno de migración, y no es el caso, no tendría sentido aislar las paredes del termoplástico del oxígeno ambiental ya que se produciría el aporte por otros lugares.

En este tipo de instalaciones no se producen acumulaciones localizadas de aire. Al tratarse de circuito abierto este problema no se da y las velocidades de agua superiores a sistemas de suelo radiante actuarían como inhibidor de ello.

No se producirían obturaciones derivadas de la oxidación si las hubiera. El tratarse de circuito abierto y la alta velocidad de trabajo impide que se formen sedimentos.

El aporte de aire ambiental al caudal de agua a través de la pared de la tubería es mínimo ya que por estas conducciones circula tanto agua fría como caliente resultando el aumento de espacio intermolecular puntual en el tiempo ya que el volumen de la molécula de oxigeno es tal que solo se difunde a través de los enlaces C-H cuando este aumenta por efecto térmico.

Aunque en fontanería, los picos de temperatura son superiores a los que se producen en instalaciones de suelo radiante, como se puede comprobar en el gráfico 2, la velocidad de difusión no aumenta considerablemente con la temperatura siendo el factor condicionante la prolongación de temperaturas en el tiempo. Este factor no influye en instalaciones de fontanería ya que se produce tanto circulación de agua fría como caliente.

Por tanto, el fenómeno térmico no favorece el fenómeno de difusión en este caso puesto que la velocidad de difusión aumenta con el tiempo de permanencia de una determinada temperatura (agua caliente). Sin embargo, la temperatura si influye considerablemente sobre la velocidad de difusión una vez superada la temperatura de cristalización del termoplástico (gráfico 2) pero en este rango de temperaturas no trabaja ningún sistema de canalización de agua.

Al no tratarse de instalaciones enterradas, la presión parcial de oxígeno de aire en las proximidades de la tubería es pequeña de forma que no se da el gradiente de presión suficiente entre el interior y exterior de la tubería para que se inicie el fenómeno de difusión. Todos los factores mencionados actúan como inhibidores del fenómeno de migración en instalaciones de fontanería de forma que lo minimizan hasta el punto que se puede afirmar que no existe.

